

GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Examen de mi-session
Temps total : 110 minutes

Cet examen comporte 7 questions sur 8 pages (incluant celle-ci), et compte pour 20% de la note totale pour la session. Assurez-vous d'avoir toutes les pages. Les règles suivantes s'appliquent :

- Vous avez droit à une feuille aide-mémoire 8.5×11 , écrite à la main, recto-verso ;
- **Détaillez vos réponses.** Vous pouvez obtenir des points pour des réponses partielles ;
- Écrivez vos réponses dans le cahier bleu accompagnatoire, et remettez le cahier ainsi que ce questionnaire.

La table ci-dessous indique la distribution des points pour chaque question.

Question:	1	2	3	4	5	6	7	Total
Points:	10	10	20	30	10	10	10	100

L'examen comporte aussi des questions supplémentaires.

- *Étudiants au bacc (4105)* : vous pouvez y répondre pour accumuler des points bonus ;
- *Étudiants gradués (7105)* : elles sont obligatoires, et votre score sera comptabilisé sur un total de 130 points (100 points de base + 30 points supplémentaires).

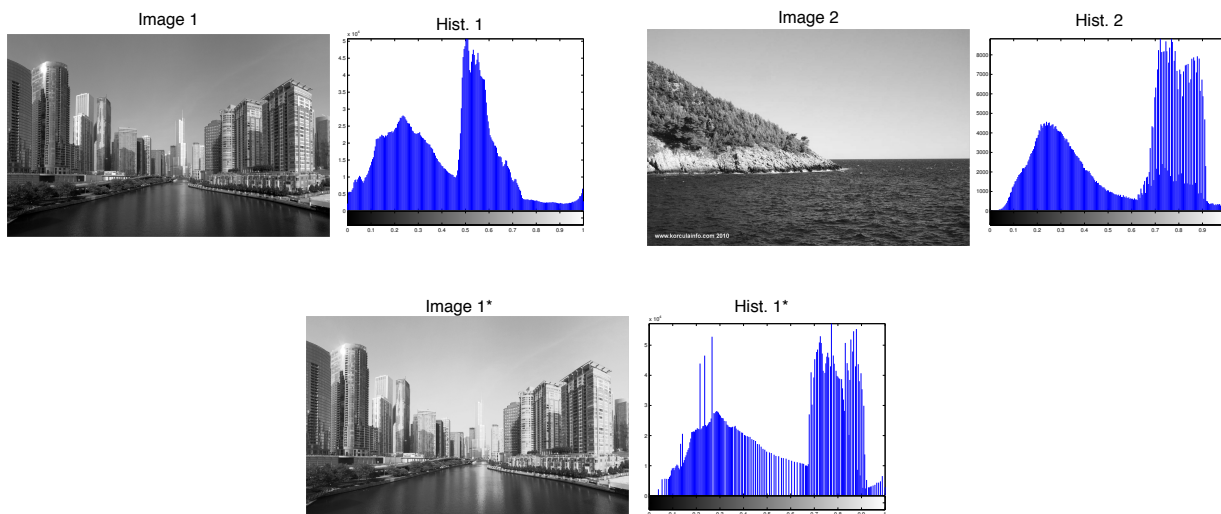
La table ci-dessous indique la distribution des points supplémentaires pour chaque question.

Question:	1	2	3	4	5	6	7	Total
Points :	5	0	0	10	5	0	10	30

Bonne chance !

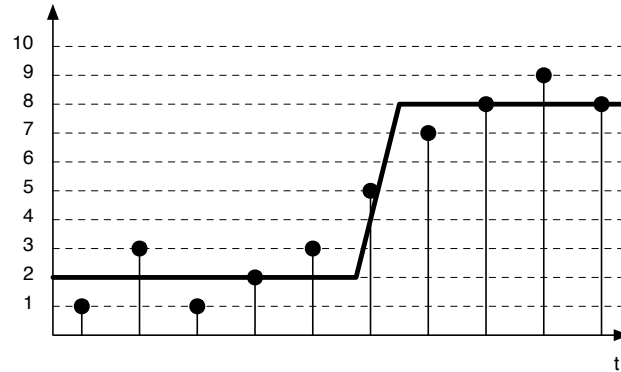
1. Pixels et couleurs (10 points, +5 pour les gradués)

- (a) (2 points) Qu'est-ce qu'un histogramme d'une image ?
- (b) (3 points) Nommez l'algorithme qui utilise l'histogramme d'une image pour améliorer son contraste et décrivez-le.
- (c) (3 points) Nommez un avantage et un inconvénient pour chacun de ces espaces de couleur :
 i. RGB ;
 ii. HSV ;
 iii. LAB.
- (d) (2 points) En compression, on sépare souvent une image en sa luminance (intensité) et chrominance (couleur). Laquelle compresseriez-vous plus agressivement ? Pourquoi ?
- (e) (5 points, **Question supplémentaire**) Dans la figure ci-bas, comment adapteriez-vous l'algorithme de la question (b) pour modifier l'histogramme de l'image 1 afin de l'apparier à l'histogramme de l'image 2 ? Le résultat de l'algorithme devrait donner l'image 1*, qui possède un histogramme semblable à celui de l'image 2.



2. Filtrage dans le domaine spatial (10 points, +0 pour les gradués)

Le signal 1-D suivant (en gras) est corrompu par du bruit, de telle sorte que ses valeurs échantillonnées sont les suivantes : 1, 3, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 8. Dans cette question, nous voudrions détecter l'arête du signal original.



- (a) (2 points) Le gradient $g(t)$ d'un signal $f(t)$ peut être calculé par la formule suivante : $g(t) = f(t + 1) - f(t)$. Écrivez le filtre 1-D correspondant.
- (b) (3 points) Appliquez ce filtre sur le signal 1-D échantillonné ci-haut pour calculer $g(t)$.
- (c) (5 points) Comment faire pour détecter l'arête à partir du signal échantillonné?

3. Filtrage dans le domaine spectral (20 points, +0 pour les gradués)

(a) (4 points) Associez la FFT à l'image correspondante.



1



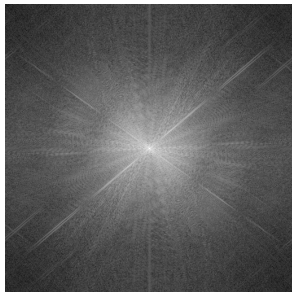
2



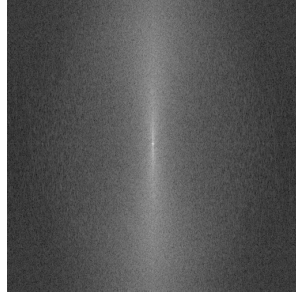
3



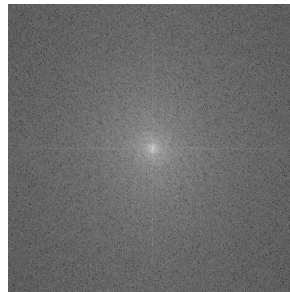
4



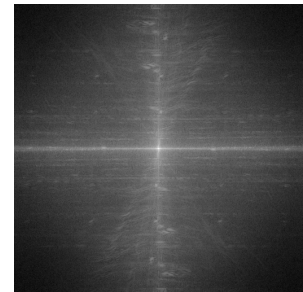
A



B



C



D

(b) (5 points) Il arrive que certains vêtements apparaissent de façon bizarre à la télévision (voir l'image ci-bas par exemple). Quel est ce phénomène, et pourquoi survient-il ?



(c) (5 points) En théorie, quelles sont les deux stratégies pour réduire cet effet non désiré ?

(d) (6 points) Le filtrage est souvent employé pour adoucir les images. À cette fin, préféreriez-vous employer un filtre "en boîte", ou un filtre gaussien ? Expliquez pourquoi en employant le théorème de la convolution.

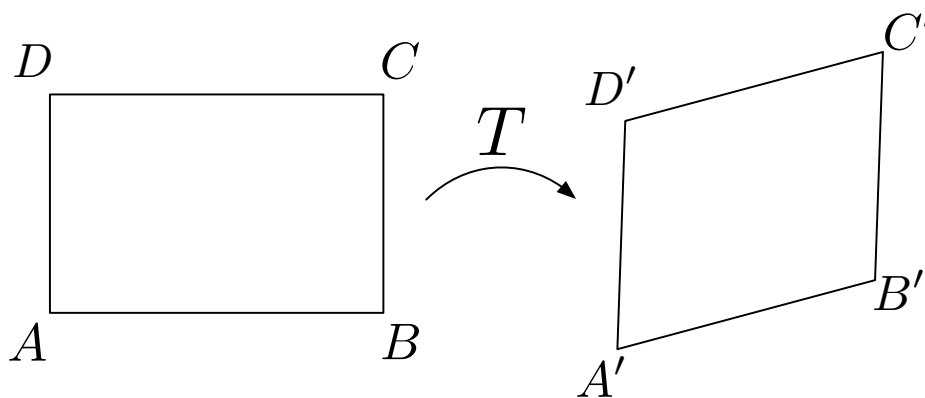
4. Transformations et morphage (30 points, +10 pour les gradués)

- (a) (5 points) Un point $p = (x, y)$ est soumis à la suite de transformations suivantes (dans l'ordre) : une translation de $(2, -7)$, suivi d'un facteur d'échelle de $(2, 3)$, suivi d'une rotation de -90° . Sachant que la matrice 2×2 décrivant une rotation est

$$R = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix},$$

quelle est la matrice résultante? Détaillez votre démarche.

- (b) Le quadrilatère $ABCD$ est déformé par une transformation affine T pour générer le quadrilatère $A'B'C'D'$, tel qu'illustré ci-dessous.



- i. (5 points) Combien de correspondances faut-il, au minimum, pour calculer les paramètres de T ? Expliquez pourquoi.
 - ii. (10 points) Comment peut-on calculer ces paramètres à partir de ces correspondances?
- (c) (5 points) On vous donne une image ainsi qu'une matrice de transformation M . Décrivez la procédure pour générer l'image transformée selon M .
- (d) (5 points) Le chat et le puma sont tous deux des félins, mais alors pourquoi une transformation globale n'est-elle pas suffisante pour déformer l'image de gauche vers l'image de droite dans la figure ci-dessous? Qu'est-ce qu'il faudrait employer à la place?

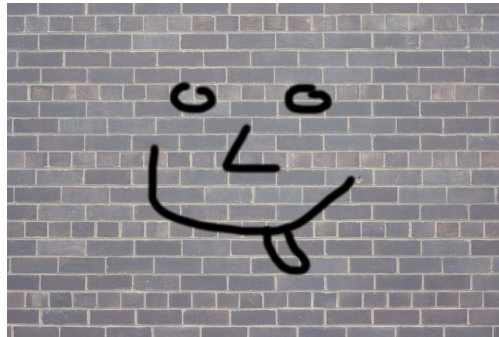


- (e) (10 points, **Question supplémentaire**) Pour métamorphoser une image vers une autre, l'approche suggérée dans le TP3 est d'employer une triangulation, et de transformer chaque triangle vers le triangle correspondant. Quel est le problème avec une telle approche? Décrivez une approche alternative qui n'aurait pas ce problème.

5. Enlever un objet (10 points, +5 pour les gradués)

Il arrive fréquemment qu'un objet gâche une photo. Heureusement pour nous, il existe plusieurs solutions pour enlever des régions d'une image. Pour chaque photo ci-dessous, décrivez les solutions que vous emploieriez pour enlever l'objet indiqué. Vous devez décrire des solutions *différentes* pour chaque photo.

(a) (5 points) Le graffiti sur le mur :



(b) (5 points) La femme au milieu de l'image :

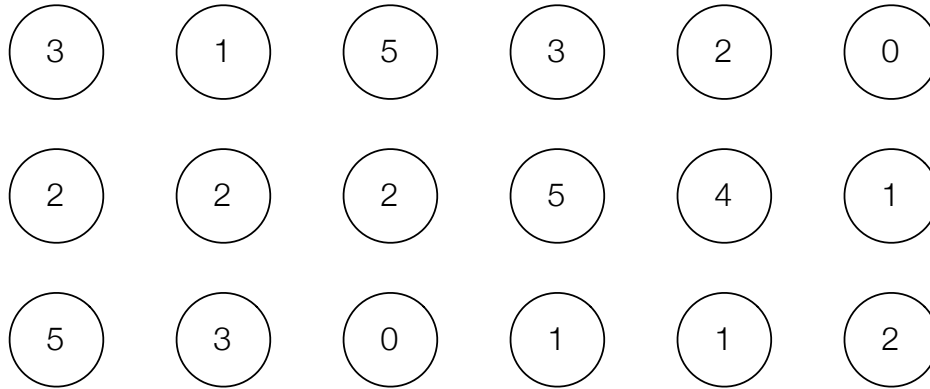


(c) (5 points, **Question supplémentaire**) L'oiseau dans le ciel (note : pour récolter les points bonus, vous devez utiliser une solution différente des deux autres proposées ci-haut) :



6. Découpage (10 points, +0 pour les gradués)

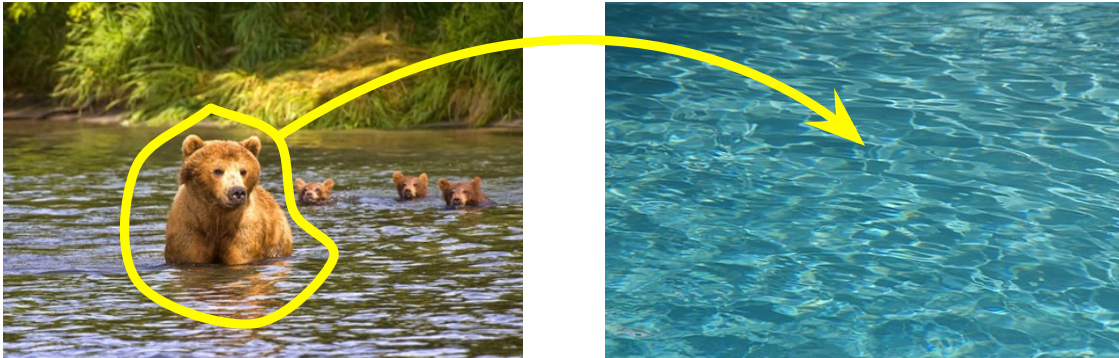
- (a) (2 points) Comment peut-on calculer le chemin au coût minimal reliant l'extrémité gauche à l'extrémité droite d'une image sans avoir à énumérer tous les chemins possible?
- (b) (5 points) Calculez le chemin au coût minimal de la gauche vers la droite dans l'image suivante en employant cette stratégie.



- (c) (3 points) Dans l'algorithme des "ciseaux intelligents", qu'arriverait-il si on remplaçait le coût de frontière à minimiser par 0 pour chaque pixel?

7. Composition d'images (10 points, +10 pour les gradués)

- (a) (5 points) Je voudrais insérer l'ours brun dans l'image ci-dessous, mais j'hésite à choisir l'algorithme pour le faire. Aidez-moi en nommant les problèmes qui pourraient survenir en employant les techniques de
- copier-coller ;
 - dégradé ("feathering") ;
 - mélange d'images dans le domaine des gradients.



- (b) (5 points) Après mûre réflexion, je décide d'employer l'algorithme de mélange dans le domaine des gradients. De quelle façon dois-je combiner les gradients des deux images ?
- (c) (10 points, **Question supplémentaire**) Les gradients peuvent aussi être utiles pour d'autres opérations. Par exemple, en calculant les gradients d'une image, en les modifiant et en les ré-intégrant, on peut générer des effets intéressants, comme dans l'image suivante. Notez comment les régions principales de l'image sont conservées, mais les détails (textures) sont perdus. Décrivez une approche permettant de synthétiser un tel résultat avec l'édition de gradients.

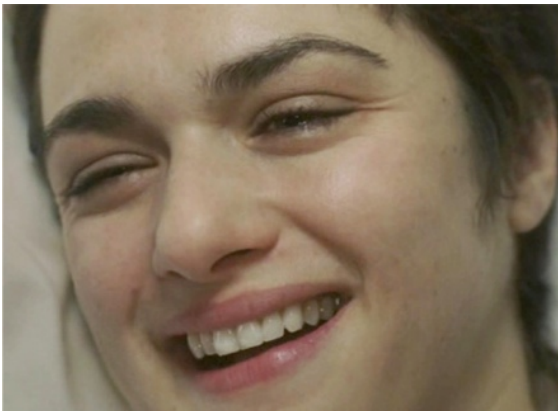
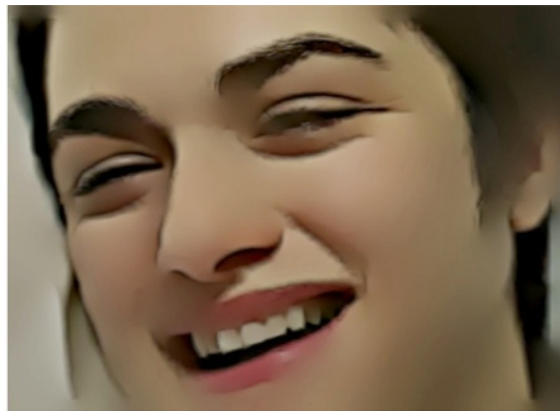


Image originale



Rendu non-photoréaliste